

***Биологические модели
развития популяций***

Информационные модели развития популяций

В биологии при исследовании биосистем строятся динамические модели изменения численности популяций различных живых существ (бактерий, рыб, зверей и т.д.) с учетом различных факторов. Взаимовлияние популяций рассматривается в моделях типа «жертва-хищник».

Формальная модель «Численность популяций»

Изучение динамики популяций естественно начать с простейшей модели **неограниченного роста**, в которой численность популяции ежегодно увеличивается на определенный процент. Математическую модель можно записать с помощью рекуррентной формулы, связывающей численность популяции следующего года с численностью популяции текущего года, с использованием коэффициента роста a :

$$X_{n+1} = a \cdot x_n.$$

Например, если ежегодный прирост численности популяции составляет 5%, то $a = 1,05$.

В модели **ограниченного роста** учитывается эффект перенаселенности, связанный с нехваткой питания, болезнями и т.д., который замедляет рост популяции с увеличением ее численности. Введем коэффициент перенаселенности ***b***, значение которого обычно существенно меньше *a* ($b < a$). Тогда коэффициент ежегодного увеличения численности равен $(a - b \cdot x_n)$, и формула принимает вид:

$$X_{n+1} = (a - b \cdot x_n) \cdot x_n \dots$$

В модели ограниченного роста с отловом учитывается, что на численность популяций промысловых животных оказывает влияние величина ежегодного отлова. Если величина ежегодного отлова равна c , то формула принимает вид:

$$X_{n+1} = (a - b \cdot x_n) \cdot x_n - c.$$

Популяции обычно существуют не изолированно, а во взаимодействии с другими популяциями. Наиболее важным типом является взаимодействие между жертвами и хищниками (например, караси-щуки, зайцы-волки и т.д.). В модели «жертва-хищник» количество жертв x_n и количество хищников y_n связаны между собой. Количество встреч жертв с хищниками можно считать пропорциональным произведению собственно количеств жертв и хищников, а коэффициент f характеризует возможность гибели жертвы при встрече с хищниками. В этом случае численность популяции жертв уменьшается на величину $f \cdot x_n \cdot y_n$ и формула для расчета численности жертв принимает вид:

$$X_{n+1} = (a - b \cdot x_n) \cdot x_n - c - f \cdot x_n \cdot y_n.$$

Численность популяции хищников в отсутствие жертв (в связи с отсутствием пищи) уменьшается, что можно описать рекуррентной формулой:

$$y_{n+1} = d \cdot y_n ,$$

где значение коэффициента $d < 1$ характеризует скорость уменьшения численности популяции хищников.

Увеличение популяции хищников можно считать пропорциональной произведению собственно количеств жертв и хищников, а коэффициент g характеризует величину роста численности хищников за счет жертв. Тогда для численности хищников можно использовать формулу:

$$y_{n+1} = d \cdot y_n + g \cdot x_n \cdot y_n .$$

Компьютерная модель развития популяций в электронных таблицах

Построим в электронных таблицах модель, позволяющую исследовать численность популяций с использованием различных моделей: неограниченного роста, ограниченного роста, ограниченного роста с отловом и «жертва-хищник».